

OLIVER HÖNER, THOMAS HERMANN & CHRISTIAN GRUNOW

## Sonifikation – Ein Hilfsmittel zur Taktikanalyse im Sportspiel?

### 1 Einführung

Die systematische wissenschaftliche Analyse taktischer Phänomene bildet einen wichtigen Problemgegenstand der Trainingswissenschaft, um Alltagsaussagen (z.B. „die Verteidiger standen zu weit vom Gegenspieler entfernt“) fundieren zu können. Dabei werden unter Taktik kurzfristige, situationsbedingte Problemlöseprozesse zur optimalen Nutzung der eigenen konditionellen, motorischen und psychischen Voraussetzungen verstanden, und werden diese Prozesse nach ihrer Funktion (offensive vs. defensive Handlungen) sowie der Anzahl der verantwortlich handelnden Personen (Individual-, Gruppen- und Mannschaftstaktik) eingeteilt (z.B. Roth, 1989). Auf Basis dieser Einteilung werden unterschiedliche Forschungsmethoden zur Taktikanalyse eingesetzt. Während für die Individualtaktik häufig auf Labortests mit simulierten Entscheidungsaufgaben zurückgegriffen wird (z.B. Höner, in Druck; Raab, 2001), ist für die Analyse gruppen- bzw. mannschaftstaktischer Verhaltensweisen die Spielbeobachtung die gängige Forschungsmethode.

Für die Spielbeobachtung lassen sich zwei Methoden unterscheiden, denen ein komplementäres Verhältnis zuzuschreiben ist (Hohmann, Lames & Letzelter, 2002): Die *subjektive Eindrucksanalyse* umfasst sämtliche Beobachtungen eines Spiels, bei der in analytischer Absicht flexible Beobachtungsmerkmale auf Basis subjektiver Eindrücke erhoben werden. Dagegen basiert die *systematische Spielbeobachtung* auf festgelegten Beobachtungsmerkmalen auf Basis möglichst objektiver Beobachtungen und führt zwangsläufig zu einer Fixierung der Beobachtung auf vorher festgelegte Merkmale. In der systematischen Beobachtung ist zumeist eine Vermittlung der Beobachtung über technische Hilfsmittel notwendig, da „die Wahrnehmungsprobleme, die hohe zeitliche Dichte der Interaktionen und die differenzierten Handlungsalternativen in aller Regel jede unvermittelte Beobachtung überfordern“ (Lames, 1994, S. 37). Diese Hilfsmittel (z.B. Videoaufzeichnung) präsentieren Informationen vor allem visuell, so dass ihre Verarbeitung grundsätzlich durch die Eigenschaften des visuellen Kanals (Wahrnehmungsfokus, zeitliche Auflösung) beschränkt ist. Daher erscheint es lohnenswert, durch Hinzunahme unge-nutzer Wahrnehmungskanäle die Verarbeitung der im Sportspiel anfallenden visuellen Daten- und Informationsflut zu unterstützen und gleichzeitig zu vereinfachen.

### 2 Sonifikation gruppentaktischen Verhaltens in Sportspielen

Eine Möglichkeit der oben motivierten Datenpräsentation bietet die Sonifikation, bei der Daten systematisch mittels Klängen und Geräuschen dargestellt werden. So

genannte „auditive Displays“ nutzen die besonderen Wahrnehmungseigenschaften des Gehörs, um Zusammenhänge in Daten zu vermitteln. Neben unmittelbar einleuchtenden Anwendungsbereichen (z.B. "Informationsdisplays für Blinde") eignet sich die Sonifikation zur Ergänzung visueller Displays. Da das Gehör gewohnt ist, die Klänge auf eigene Aktionen rückzubeziehen, lässt sich die Sonifikation zudem für Biofeedbacksysteme benutzen, z.B. zur Optimierung der Bewegungskontrolle (Effenberg, 2004; Rath & Rocchesso, 2004). Derartige Interaktive Sonifikation stellen einen aufstrebenden Forschungszweig dar (vgl. Hermann & Hunt, 2004), getragen durch die Erwartung, dass gerade die direkte Kopplung an Aktionen des Nutzers ein Verstehen der Klänge in Bezug auf die Aufgabe stark befördert.

Als Ergänzung der herkömmlichen Spielbeobachtung bietet sich die Sonifikation an, weil sie eine Informationsaufnahme abseits des visuellen Fokus erlaubt und damit den visuellen Kanal nicht blockiert. Dabei sind für die Taktikanalyse drei Stärken des Gehörs besonders relevant: (i) das Gehör steuert zuverlässig den Aufmerksamkeitsfokus, (ii) es besitzt eine sehr hohe zeitliche Auflösung und (iii) es kann mehrere Informationsströme parallel verarbeiten. Während sich die visuelle Aufmerksamkeit auf einen Fokuspunkt konzentriert, existiert mit dem "holistischen Hören" ein Modus der Informationsverarbeitung, der das Gesamtverhalten einer Gruppe repräsentiert. Ähnlich wie bei einem Orchester das ganze Stück verfolgt werden kann, aber auch Fehler einzelner Musiker schnell bemerkt werden, sollte die Sonifikation die Aufmerksamkeit gezielt z.B. auf taktisch abweichende Verhaltensweisen einzelner Spieler lenken und gleichzeitig eine Gesamtbewertung der Taktik erlauben. Dieser Ansatz wird in einer Pilotstudie zur Beobachtung einer 6:0-Deckung im Handball untersucht.

### **3 Sonifikation des Abwehrverhaltens einer 6:0-Deckung im Handball**

#### **3.1 Merkmalsauswahl und Messverfahren**

Im Rahmen einer systematischen Spielbeobachtung bedarf es zunächst einer Festlegung der zu erhebenden Merkmale. In der Pilotstudie wird sich hierzu auf die Ortskoordinaten der relevanten Objekte (6 Abwehrspieler, 6 Angreifer und Ball) beschränkt. Weiter prinzipiell einzufügende Merkmale einzelner Spieler (z.B. Wurfstärken und –gewohnheiten der Angreifer) oder der Spielsituation (Spielstand, Spielminute, etc.) werden zur Vereinfachung des Modells nicht aufgenommen.

Die Datenerhebung der Ortskoordinaten der relevanten Objekte erfolgt videobasiert über eine Beobachtung von Trainingsabläufen, in denen das Verhalten der 6:0-Deckung gegen die Angriffsvariante „Durchspielen“ einstudiert wird. Als Kameraposition wird die Deckenperspektive gewählt, um die Bewegungen der Abwehrspieler auf der zweidimensionalen Spielfeldebene zu verfolgen (vgl. Abb. 1 links). Aufgrund eines extremen Weitwinkels von ca. 120° kommt es in den Randbereichen des Spielfeldes zu radialen Verzerrungen, die über eine Kalibrierungsprozedur in der Bildanalysesoftware OPTIMAS® von Media Cybernetics herausgerechnet werden.

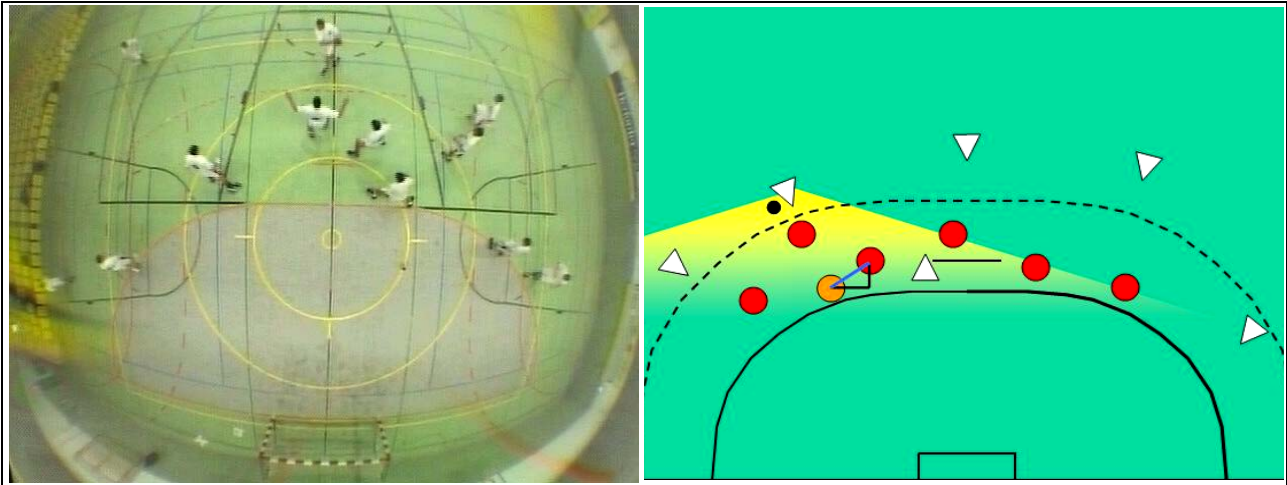


Abb. 1. Aufnahmeperspektive der 6:0 Deckung (links) und Euklidische Distanz zwischen tatsächlicher Position (heller Kreis) und Sollwert-Position (dunkler Kreis) des Verteidigers Mitte-Rechts (rechts). Die Intensität des hellen Lichtkegels repräsentiert die Relevanz der aktuellen Position.

Während eine senkrechte Aufnahme den Vorteil besitzt, dass sich die zu trackenden Objekte nicht überlappen, ergibt sich aus ihr der Nachteil, dass die Objekte sehr klein werden. Bei einer Auflösung von  $720 \times 576$  Pixel wird der als Körpermitelpunkt aufgefasste Kopf eines Spielers durch maximal  $7 \times 7$  Pixel dargestellt. Um die kleinen Trackingobjekte möglichst kontrastreich zum Hintergrund zu gestalten, werden den weißen Trikots tragenden Spielern während der Filmaufnahmen schwarze Badekappen aufgesetzt. Auf diese Weise können die Köpfe über das Bildanalyseprogramm MOTRANS (Jacobfeuerborn, Pollmann, Steinmann, Stössel, Zeltwanger, 1999) halbautomatisch getrackt werden.

### 3.2 Sollwert-Modell für „optimales“ Abwehrverhalten

Eine Voraussetzung zur Analyse taktischen Fehlverhaltens ist die Kenntnis eines richtigen Verhaltens im Rahmen eines Sollwert-Modells, dessen Erstellung ein generelles Problem der Sportspielforschung darstellt. Um eine breite Basis für ein „optimales“ Modell mit den Sollwert-Positionen der sechs Verteidiger zu erhalten, werden drei sich ergänzende Zugangsweisen gewählt. Die erste Zugangsweise orientiert sich an einer Computersimulation des Abwehrverhaltens, die Erdnütz (in diesem Band) für verschiedene Deckungsvarianten auf Basis von Expertenaussagen und „Wenn-Dann-Regeln“ entwickelt hat. Mit dieser Simulation werden die Laufwege der Abwehrspieler in Abhängigkeit unterschiedlicher Parameter (z.B. Weite des Raustretens zum Attackieren des Gegners) und des jeweiligen Spielzuges der Angriffsmannschaft (z.B. Durchspielen) veranschaulicht. Dabei können nach Eingabe der Ortskoordinaten realer Angriffszüge die simulierten Koordinaten der Abwehrspieler extrahiert werden. Die zweite Zugangsweise basiert auf Interviews mit Trainerexperten, denen schematisierte Angriffssituationen mit der Variante „Durchspielen“ vorgelegt werden. Die Trainer besitzen die Möglichkeit, die sechs Verteidiger in Abhängigkeit der aktuellen Gegnerkonstellation und Ballposition auf „optimale“ Stellungen zu positionieren. Diese Stellungen werden als Einzelbilder abgespeichert

und zu einer Videosequenz zusammengefügt, das die Abwehrpositionen gegen den Angriff „Durchspielen“ darstellt. In der dritten Zugangsweise wird diese Darstellung erfahrenen Handballspielern (2. Bundesliga) vorgeführt, die anschließend gegen einen realen Angriff dieses Abwehrverhalten zeigen sollen. Damit werden die Sollwert-Positionen eines konkreten, von Trainern als erfolgreich eingestuften Abwehrverhaltens ermittelt und ein empirisches Sollwert-Modell für ein 6:0-System erstellt, das der Pilotstudie zugrunde gelegt wird.

### 3.3 Transformation aufgabenrelevanter Daten (Sonifikations-Design)

Aufbauend auf der Erhebung von Istwerten und der Konstruktion von Sollwerten taktischen Verhaltens sind die für eine Taktikanalyse aufgabenrelevanten Daten auszuwählen, die akustisch transformiert werden sollen. In der Pilotstudie werden die aufgabenrelevanten Daten in eine  $6 \times 2$ -Matrix zusammengefasst, deren Spaltenanzahl bzw. Informationsgehalt sich aufgrund der multidimensionalen Darstellungsmöglichkeiten durch Hinzunahme weiterer Merkmale erhöhen ließe. Von den beiden Spaltenvektoren besteht der erste Vektor aus den *euklidischen Distanzen* zwischen den Ortskoordinaten der Soll- und Istwert-Positionen. Dieser „Distanz“-Vektor stellt für jeden Verteidiger mit einer Frequenz von 25 Hz das Abweichungsmaß vom seinem persönlichen Sollwert dar (vgl. Abb. 1 rechts). Mit dem zweiten „Relevanz“-Vektor wird für jeden Verteidiger die aktuelle *Relevanz* für das Funktionieren des gesamten Abwehrsystems einbezogen. Diese Relevanz wird in Abhängigkeit von der Distanz zum Ball gesehen. In Abbildung 1 (rechts) veranschaulicht der helle Lichtkegel, dass Verteidiger in unmittelbarer Nähe zum Ball als sehr relevant eingestuft werden. Dagegen sind Verteidigern auf der dem Ball gegenüberliegenden Seite deutlich geringere Relevanzen zuzuschreiben.

Die aufgabenrelevanten Daten werden über ein Sonifikations-Design vertont, das jedem Verteidiger ein Musikinstrument zuordnet und eine „holistische“ Überlagerung der Klänge liefert. In dem Design werden perkussive Instrumente verwendet, da sie aufgrund ihres kurzen Transienten leicht zu differenzieren sind. Die Instrumente bleiben bis zu einem frei festzulegenden Grenzwert für die Distanz stumm, so dass lediglich signifikantes Fehlverhalten akustisch mitgeteilt wird. Weicht ein Spieler zu sehr von seinem Sollwert ab, wird sein Instrument rhythmisch angeschlagen. Dabei ist die Rate an die jeweilige Abweichung des Spielers von der Nominalposition gekoppelt, während die Lautstärke des Instruments in Abhängigkeit der Relevanz gesteuert wird. Somit wird insgesamt die Aufmerksamkeit des Beobachters auf „relevantes“ (ballnahes) Fehlverhalten gelenkt werden. Beispiele der Sonifikationen sind unter <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/ni/projects/datamining/datason/demo/ISON2004/SportSon.html> verfügbar.

## 4. Perspektiven

Zur empirischen Validierung der in der Pilotstudie erzeugten Sonifikationen taktischen Fehlverhaltens ist ein Wahrnehmungsexperiment geplant, in dem Handball-

trainern Spielszenen mit einer 6:0-Deckung präsentiert werden, bei denen sie das Fehlverhalten einzelner Spieler im Abwehrverbund unter Nutzung visueller und auditiver Displays identifizieren sollen. Darauf aufbauend sollen perspektivisch Möglichkeiten der interaktiven Anwendung der Sonifikation im Bereich des Taktiktrainings ausgelotet werden. Auf diese Weise könnte in einem spezifischen Taktiktraining, in dem der Trainer vorab die einzunehmenden Positionen gegen bestimmte Angriffsvarianten bestimmt, jedem Spieler parallel zu seinem visuellen Wahrnehmungen in der Spielsituation akustische Information über seine Stellung im Abwehrverbund präsentiert werden. Über die Sonifikation lassen sich weitere Informationen in das Display einbeziehen, z.B. über die Richtung einer Fehlstellung durch eine räumliche Positionierung der virtuellen Klangquelle im Stereobild.

Als Voraussetzung einer interaktiven Anwendung bedarf es eines technischen Systems, mit dem sich online die Positionen der Verteidiger registrieren lassen. Hierbei könnten auch nicht-bildverarbeitende Systeme zum Einsatz kommen (z.B. Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen, 2004). Auf Seiten des Trainers bedarf es als Voraussetzung einer interaktiven Anwendung einer klaren Vorstellung über die einzunehmenden Spielpositionen der sechs Verteidiger in Abhängigkeit von den Positionen des Gegner und des Balls. Ein Vorteil der hier dargestellten Herangehensweise ist darin zu sehen, dass für die Anwendung im Taktiktraining kein übergeordnetes, allgemein gültiges Sollwert-Modell gebraucht wird, sondern das jeweils einzusetzende Sollwert-Modell den individuellen Vorstellungen der Trainer für spezifische Abwehrkonstellationen angepasst werden kann.

## Literatur

- Hohmann, A. Lames, M. & Letzelter, M (2002). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.
- Effenberg, A.O. (2004). Using Sonification to Enhance Perception and Reproduction Accuracy of Human Movement Patterns. In T. Hermann & A. Hunt (Eds.), *Proceedings of the International Workshop on Interactive Sonification*, Bielefeld 2004.
- Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (2004). *Cairos-Projekt*. Zugriff am 10. März 2004 unter [http://www.iis.fraunhofer.de/ec/app/sport/cairos/index\\_d.html](http://www.iis.fraunhofer.de/ec/app/sport/cairos/index_d.html)
- Hermann, T. & Hunt, A. (2004). The Discipline of Interactive Sonification. In T. Hermann & A. Hunt (Eds.), *Proceedings of the International Workshop on Interactive Sonification*, Bielefeld 2004.
- Hohmann, A. Lames, M. & Letzelter, M (2002). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.
- Höner, O. (in Druck). *Entscheidungshandeln im Sportspiel Fußball – eine Analyse im Lichte der Rubikontheorie*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Jacobfeuerborn, Y., Pollmann, D., Steinmann, A., Stössel, D. & Zeltwanger, B. (1999). MOTRANS – ein automatisches bildverarbeitendes Bewegungsanalysesystem. In W.-D. Miethling & J. Perl (Hrsg.), *Sport und Informatik VI* (S. 237 – 247). Köln: bps.
- Lames, M. (1994). *Systematische Spielbeobachtung*. Münster: Philippka.
- Raab, M. (2001). *SMART: Techniken des Taktiktrainings – Taktiken des Techniktrainings*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Rath, M. & Rocchesso, D. (2004). Informative sonic feedback for continuous human-machine interaction – controlling a sound model of a rolling ball. In T. Hermann & A. Hunt (Eds.), *Proceedings of the International Workshop on Interactive Sonification*, Bielefeld 2004.
- Roth, K. (1989). *Taktik im Sportspiel*. Schorndorf: Hofmann.